



Деление клетки

Кубрак А.Г., учитель ОАНО
Лидеры, Московской обл.

Цель и задачи

Цель: рассмотреть способы деления клеток

Задачи:

1. Познакомиться с особенностями деления клеток, их биологической ролью в природе.
2. Раскрыть особенности протекания каждой фазы митоза и мейоза.
3. Рассмотреть механизмы, обеспечивающие генетическую идентичность дочерних клеток.

Способы деления клеток

- Различают несколько способов деления клетки: митотическое или непрямое, амитоз или прямое, мейотическое или редукционное (уменьшительное), бинарное деление у бактерий.

- Митоз – непрямое деление

- Амитоз – прямое деление

- Мейоз - уменьшительное

- Бинарное деление бактерий

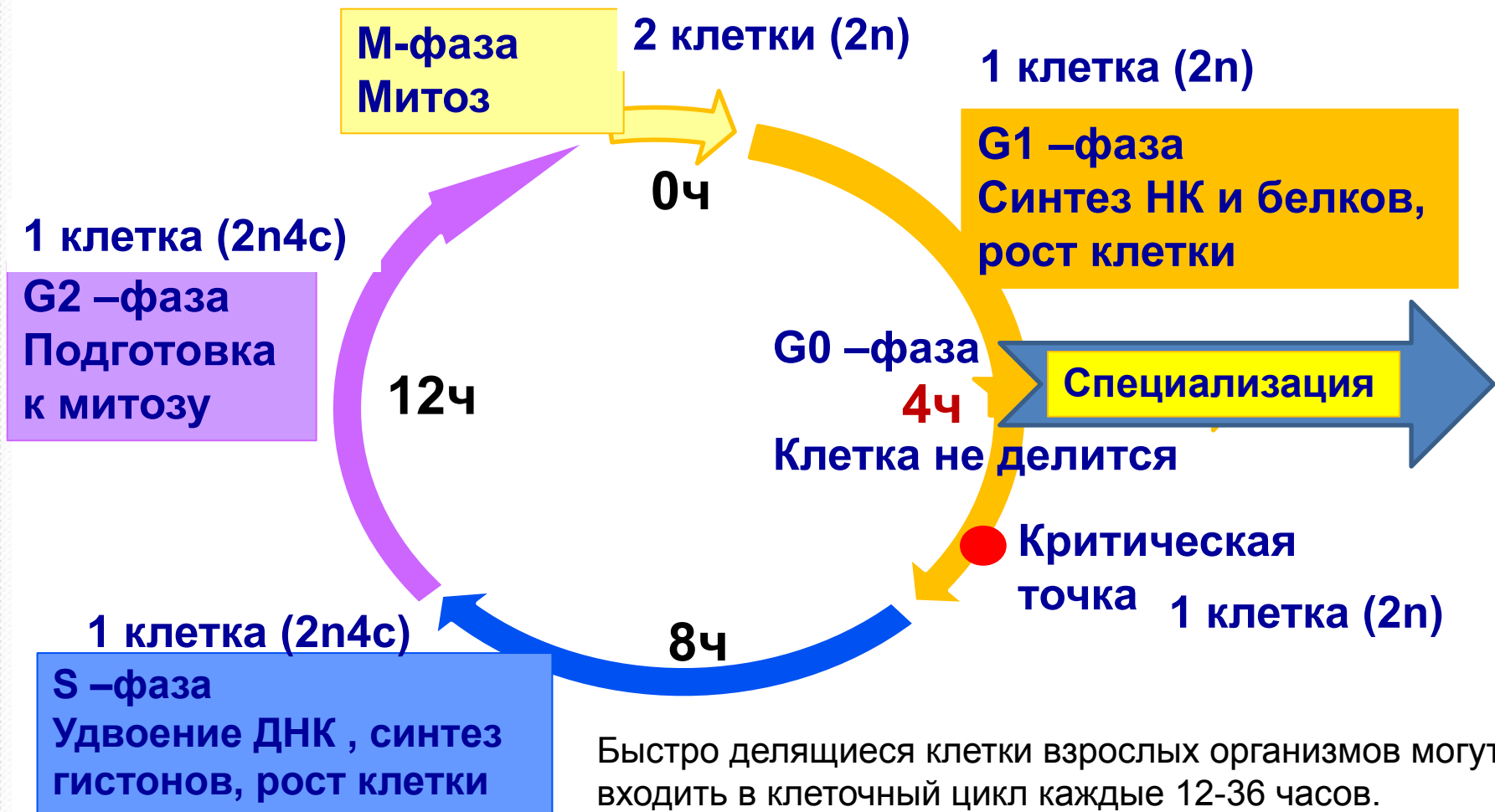
Значение деления клеток

- 1. Передача наследственной информации.**
- 2. Сохраняется преемственность поколений.**
- 3. Поддерживается длительность существования вида.**
- 4. Увеличивается численность вида и расширяется территория (ареал) проживания.**

В основе размножения лежит клеточное деление, обеспечивающее увеличение количества клеток и рост многоклеточного организма.

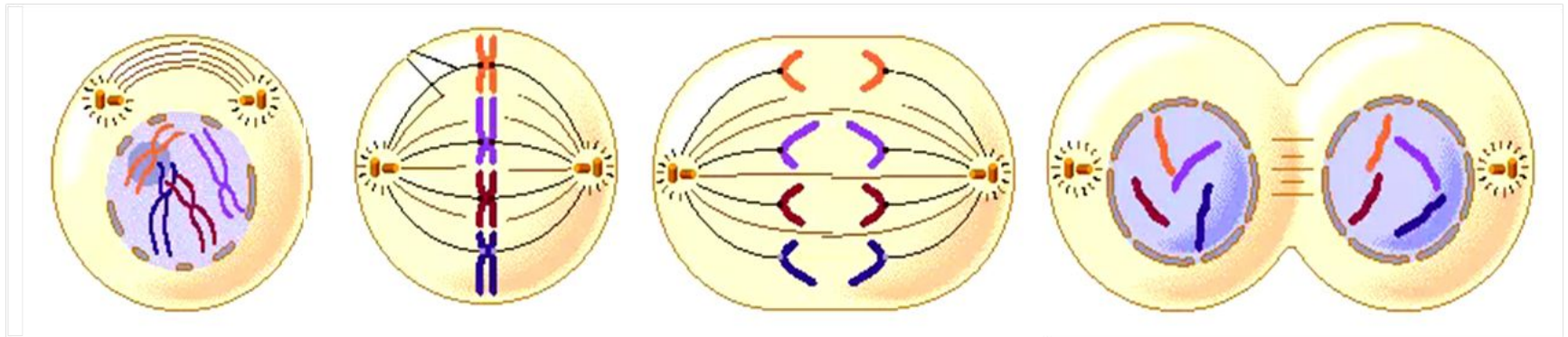
Жизненный цикл клетки (клеточный цикл)

Клеточный цикл - это период существования клетки от момента ее образования путем деления материнской клетки до собственного деления или смерти.



Деление клетки

МИТОЗ

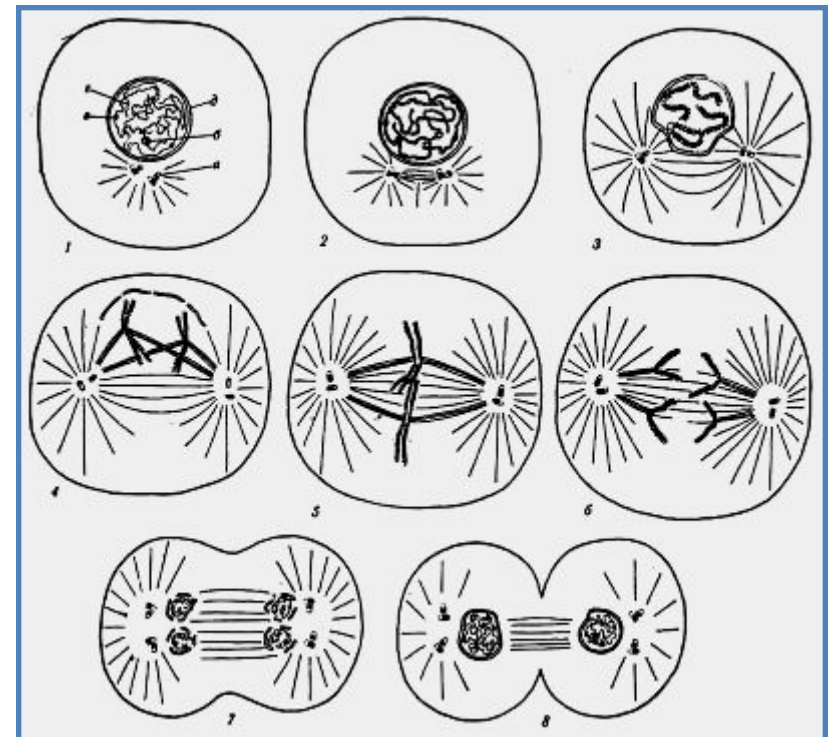


Митоз – непрямое деление

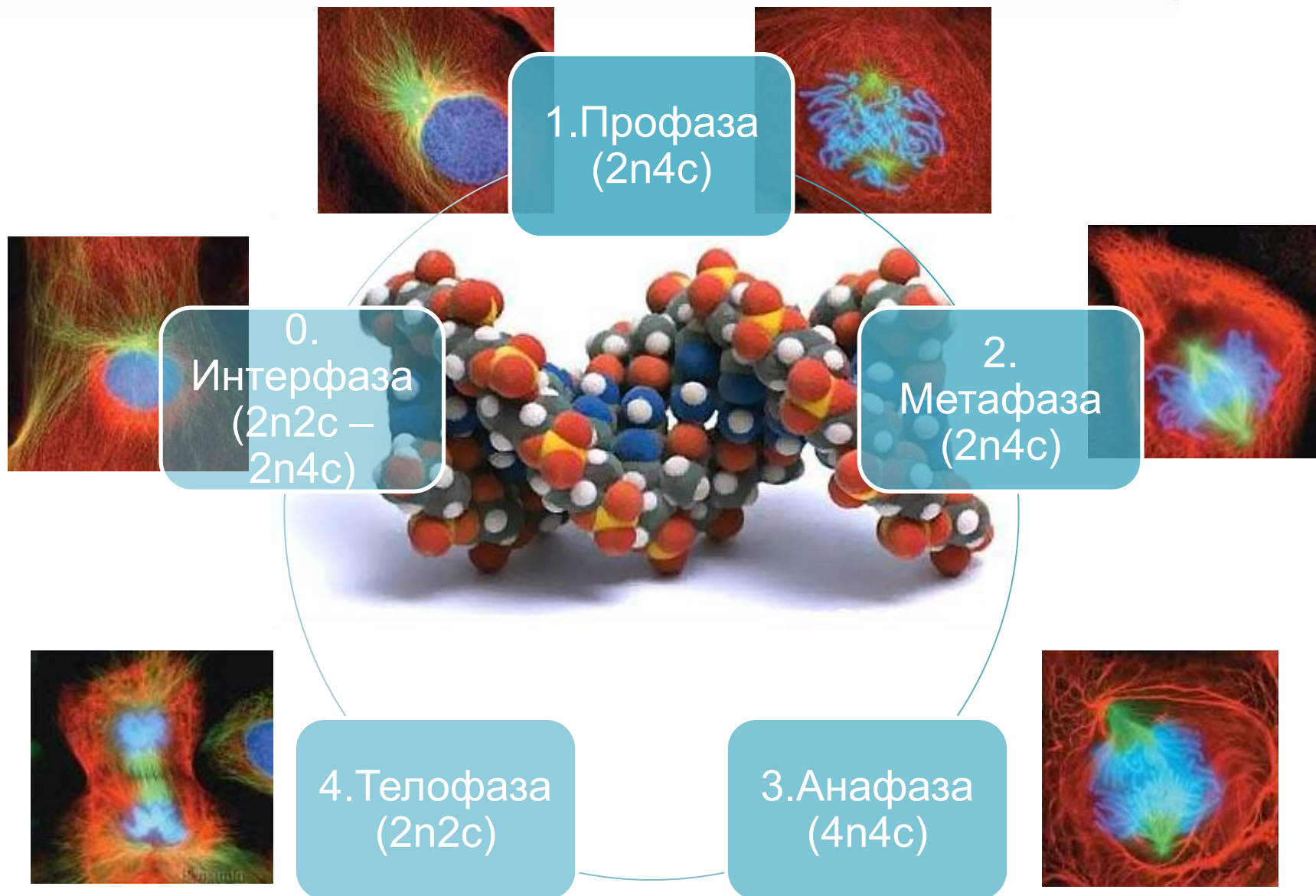
Митоз (лат. *Mitos* – нить) – такое деление клеточного ядра, при котором образуется два дочерних ядра с набором хромосом, идентичных родительской клетки.

Митоз = деление ядра + деление цитоплазмы
(кариокинез) (цитокинез)

Впервые митоз у растений наблюдал И.Д. Чистяков в 1874 г., а детально процесс был описан нем. ботаником Э.Страсбургером (1877г.) и нем. зоологом В. Флемингом (1882г.)



Фазы митоза



Интерфаза

G1-пресинтетический период

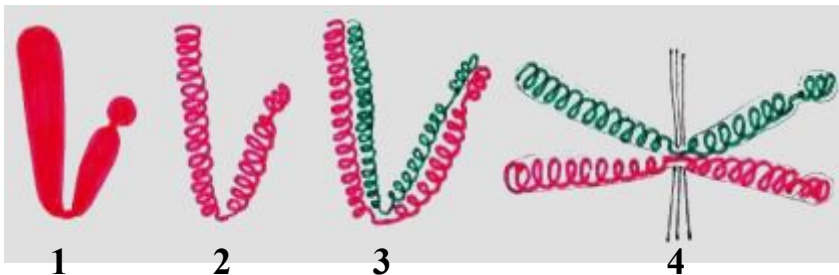
Интенсивные процессы синтеза белков, различных видов РНК, ферментов. Число органоидов увеличивается

S -синтетический период

Репликация ДНК. Образование двуххроматидных хромосом

G2- постсинтетический период

Удвоение центриолей. Синтез АТФ. Синтез микротрубочек для веретена деления



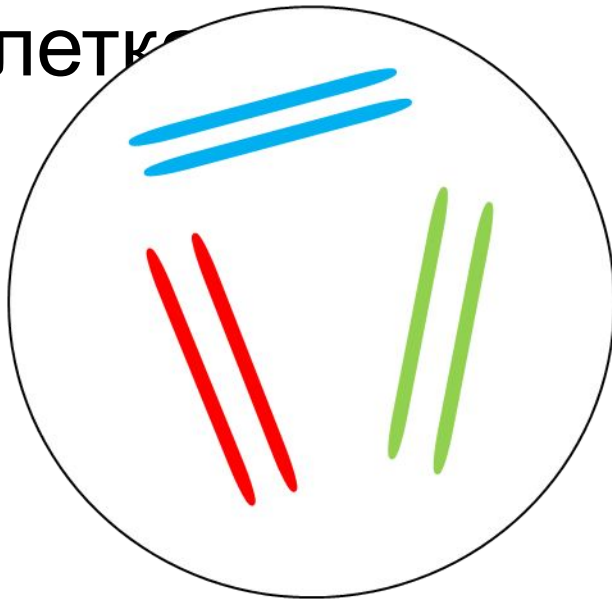
1,2 – пресинтетический период;

3 – синтетический и
постсинтетический период;

4 – метафаза.

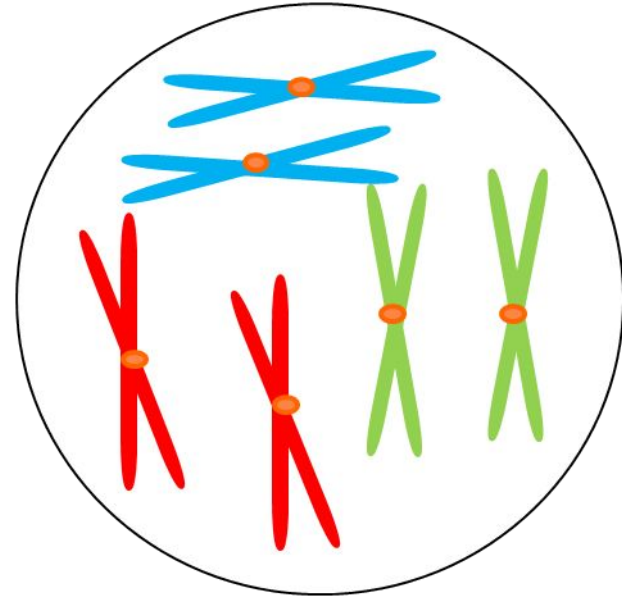
Репликация ДНК

Материнская
клетка



$2n2c$

Интерфаза

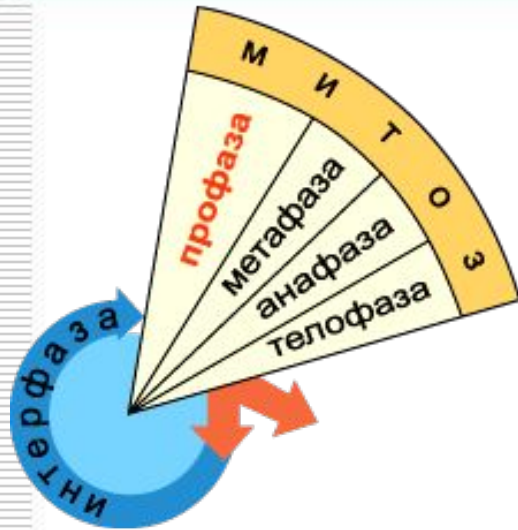


Удвоенная хромосома состоит из двух половинок - хроматид. Каждая из хроматид содержит одну молекулу ДНК.

$2n4c$

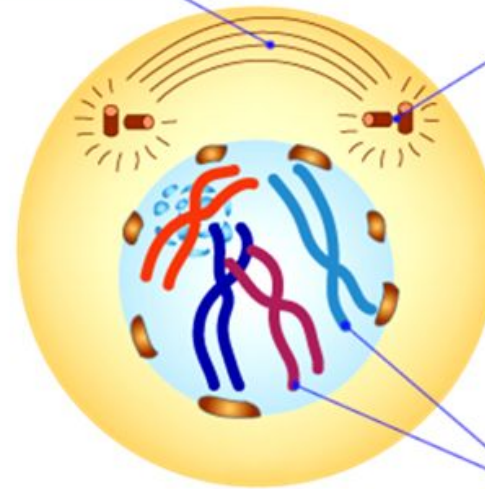
□Интерфаза в клетках растений и животных в среднем продолжается 10-20 часов. Затем наступает процесс деления клетки - митоз.

Профаза



веретено деления

центриоли

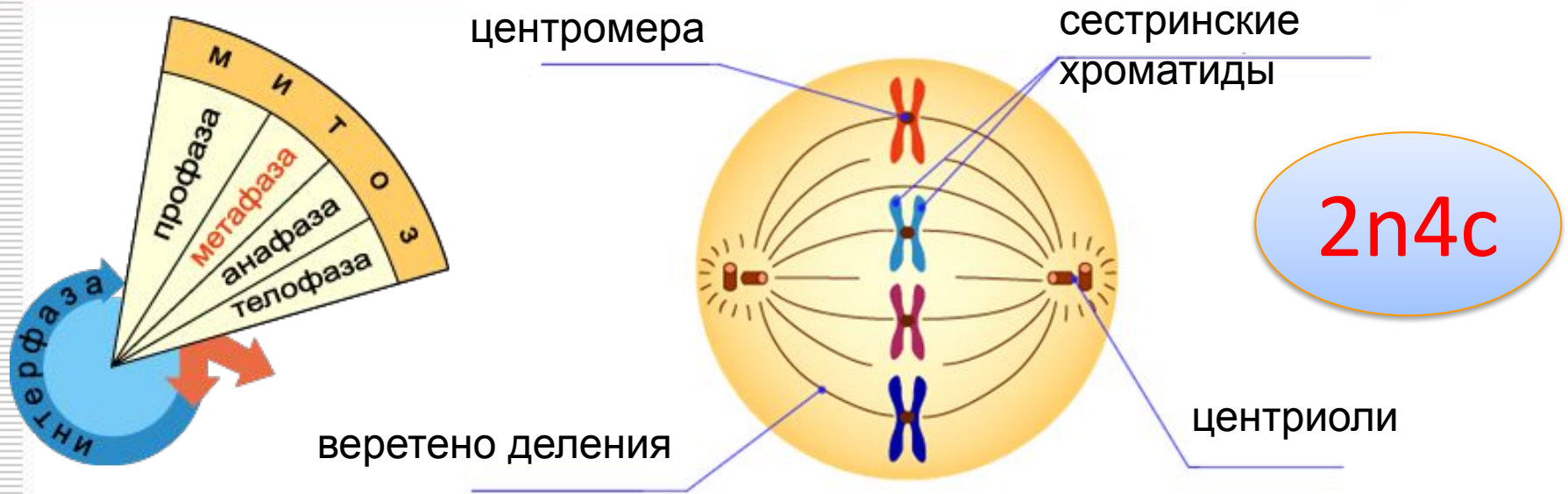


$2n4c$

хромосомы

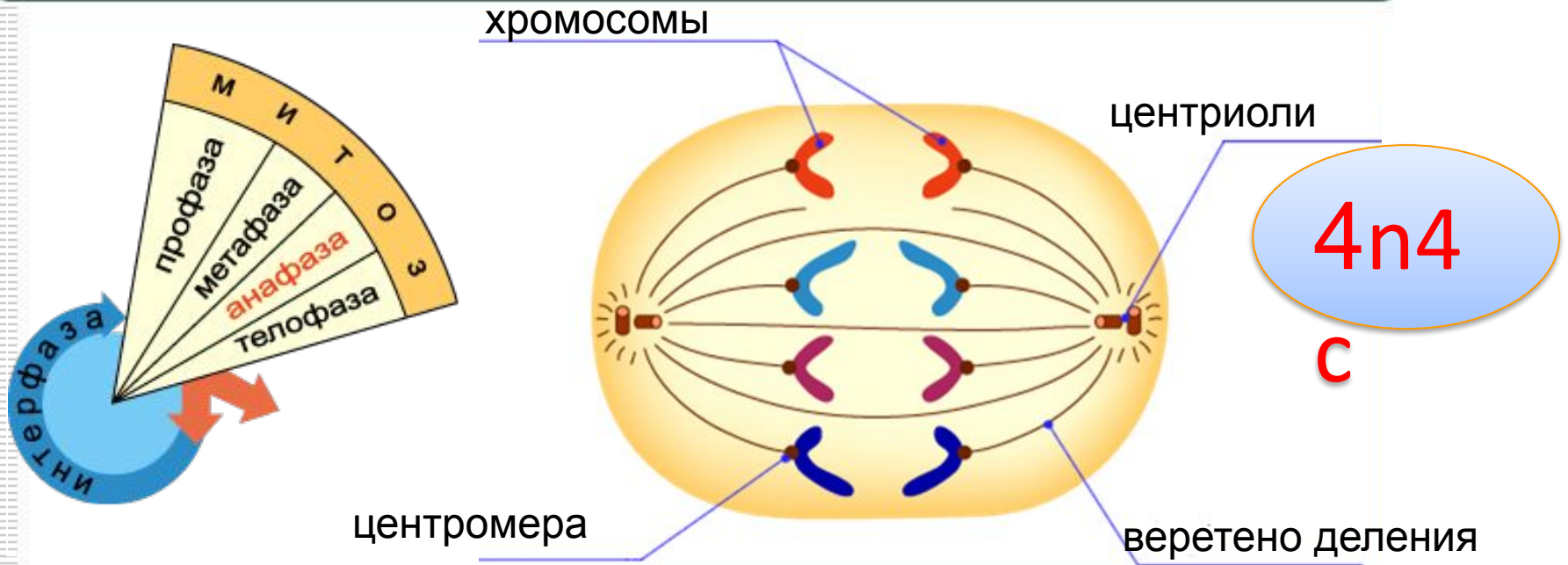
- Увеличивается объем ядра, хромосомы конденсируются и утолщаются
- Микротрубочки и центриоли участвуют в образовании веретена деления
- Ядерная мембрана растворяется, хромосомы выходят в цитоплазму

Метафаза



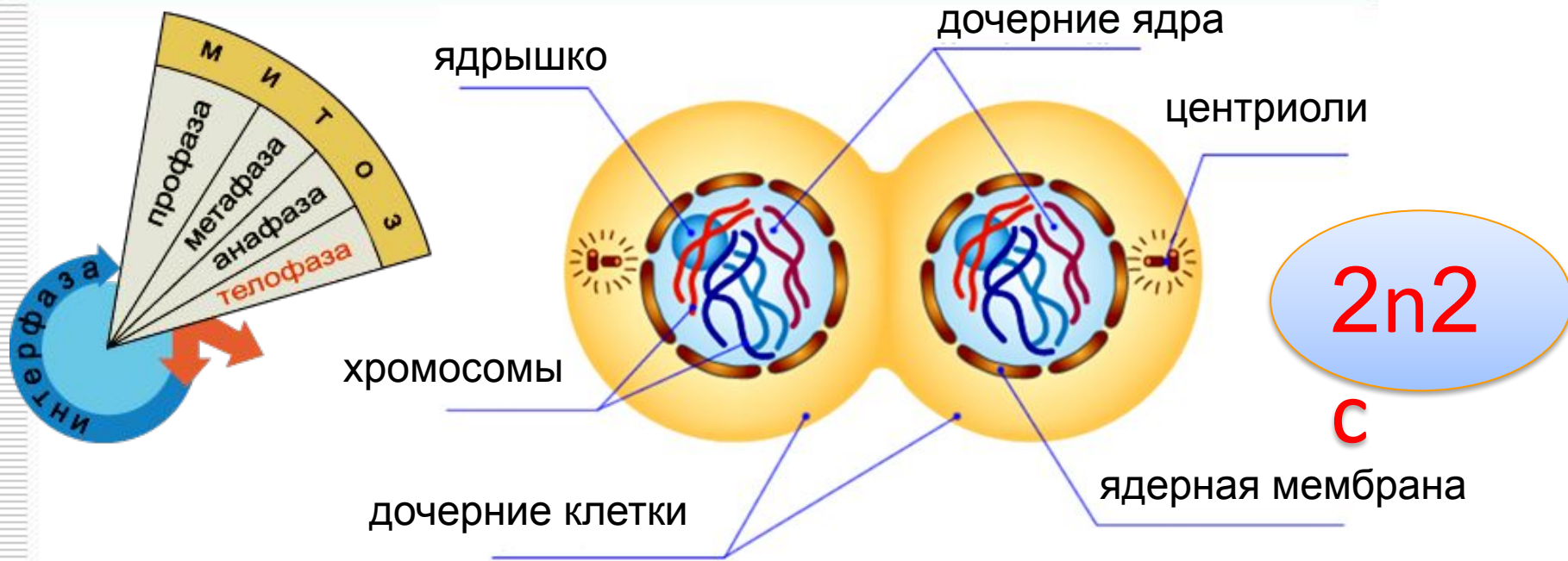
- Хромосомы располагаются по экватору клетки, хроматиды соединены в области центромеры – **метафазная пластинка**
- Нити веретена деления прикрепляются к центромерам

Анафаза



- Центромеры расщепляются, хроматиды становятся самостоятельными хромосомами
- Нити веретена деления сокращаются и тянут хромосомы к полюсам клетки

Телофаза



- Хромосомы деконденсируются, образуются ядрышки и ядерные мембраны
- Растворяются нити веретена деления
- **Цитокинез** — деление цитоплазмы и образование двух дочерних клеток

Биологическое значение митоза



- В результате митоза образуется две клетки генетически идентичные материнской
- Поддерживает постоянное число хромосом
- Обеспечивает рост, регенерацию, бесполое размножение

Регенерация тканей и органов

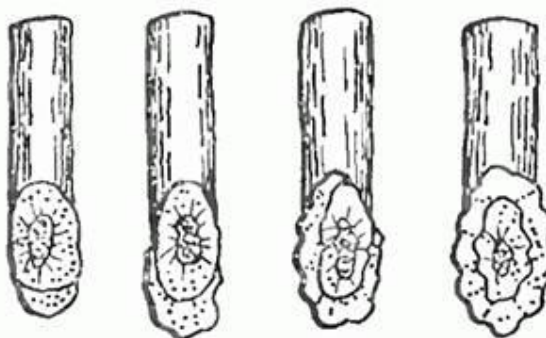
□ **Регенерация** - новообразование утраченных органов и тканей растениями и животными. У растений регенерация лежит в основе вегетативного размножения. У низших животных регенерация развита в большей степени, чем у высших позвоночных.

Чем сложнее животное, тем слабее у него регенеративная способность. У высших позвоночных и человека регенерируют кожа и кожные покровы, мышечная ткань, слизистые оболочки.

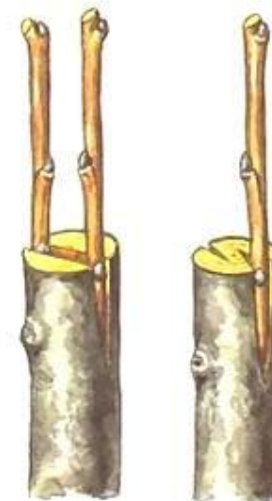
Примеры регенерации



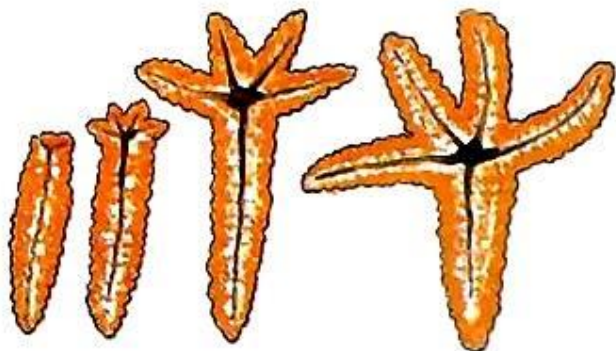
Рана на стволе дерева



Каллус на черенках винограда



Прививка яблони



Регенерация морской звезды



Срастание кости



Рубцевание кожи

ЗАКРЕПЛЕНИЕ



Рассмотрите и изучите фазы митоза в клетках корешка лука



Задание 1

В соматической клетке животного 38 хромосом, масса всех молекул ДНК в ней составляет $4 \cdot 10^{-9}$ мг. Определите, чему равна масса всех молекул ДНК в период интерфазы и сразу после деления клетки. Ответ поясните

Элементы правильного ответа

- 1) В период интерфазы происходит редупликация ДНК, следовательно масса всех молекул ДНК составляет $8 \cdot 10^{-9}$ мг.
- 2) В результате митоза в дочерних клетках сохраняется диплоидный набор хромосом, следовательно масса всех молекул ДНК составляет $4 \cdot 10^{-9}$ мг.

Задание 2

Клетки корешков лука содержат по 16 хромосом ($2n$). Определите число хромосом в анафазе митоза в клетках эндосперма, если у него триплоидный набор хромосом ($3n$). Ответ поясните

Элементы правильного ответа

- 1) В триплоидной клетке эндосперма семени лука содержится 24 хромосомы
- 2) В интерфазе происходит удвоение ДНК, теперь каждая хромосома состоит из двух хроматид, число молекул ДНК в клетке 48
- 3) В период анафазы происходит расхождение хроматид к полюсам клетки. Каждая хроматида становится самостоятельной хромосомой, поэтому число хромосом в период анафазы 48

Половое размножение

- Половое размножение имеет преимущество по сравнению с бесполом, так как принимают участие два родителя.

♂ **спермий** (n) + ♀ **яйцеклетка** (n) = **зигота** (2n)

- Зигота несет в себе наследственные признаки обоих родителей, что значительно увеличивает наследственную изменчивость потомков и повышает их возможность в приспособлении к условиям среды

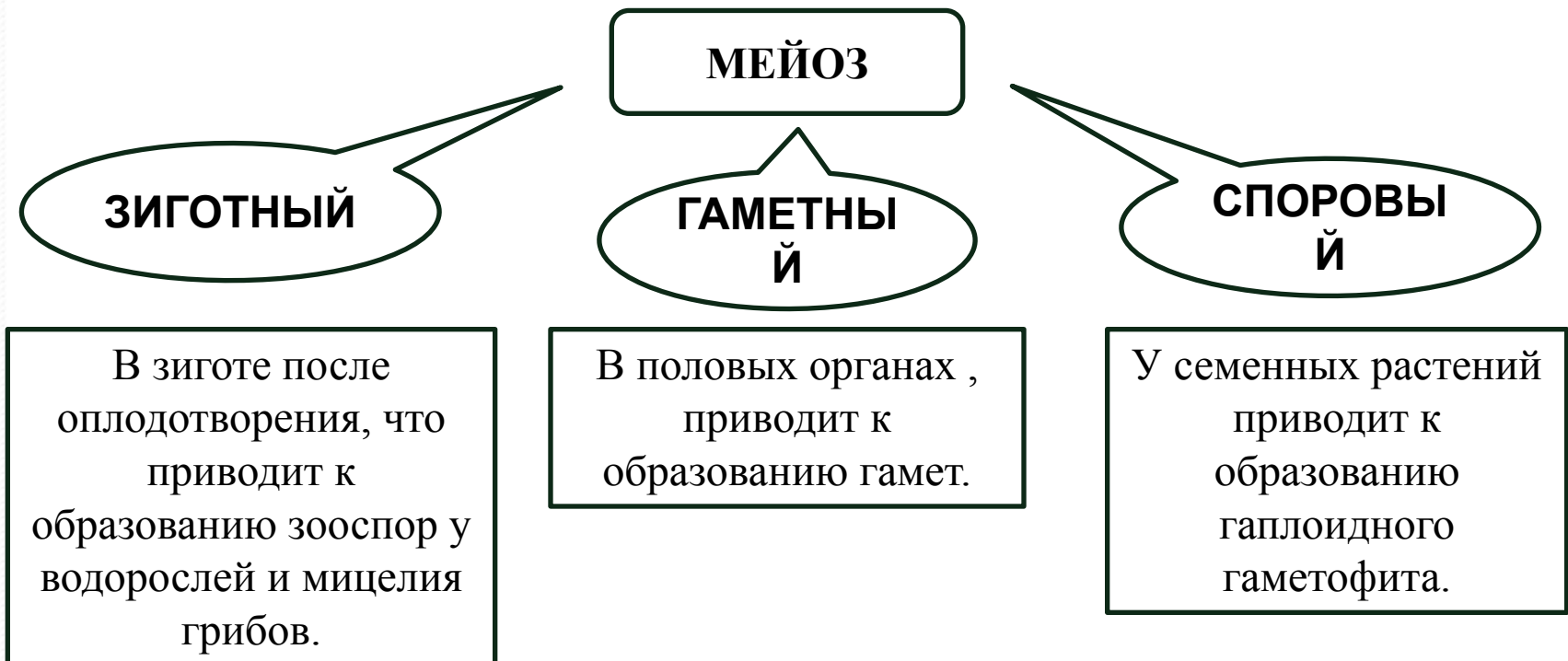


Половое размножение связано с образованием в половых органах (**гонадах**) специализированных клеток – **гамет**, которые образуются в результате особого типа деления клеток – **мейоза**.

Мейоз

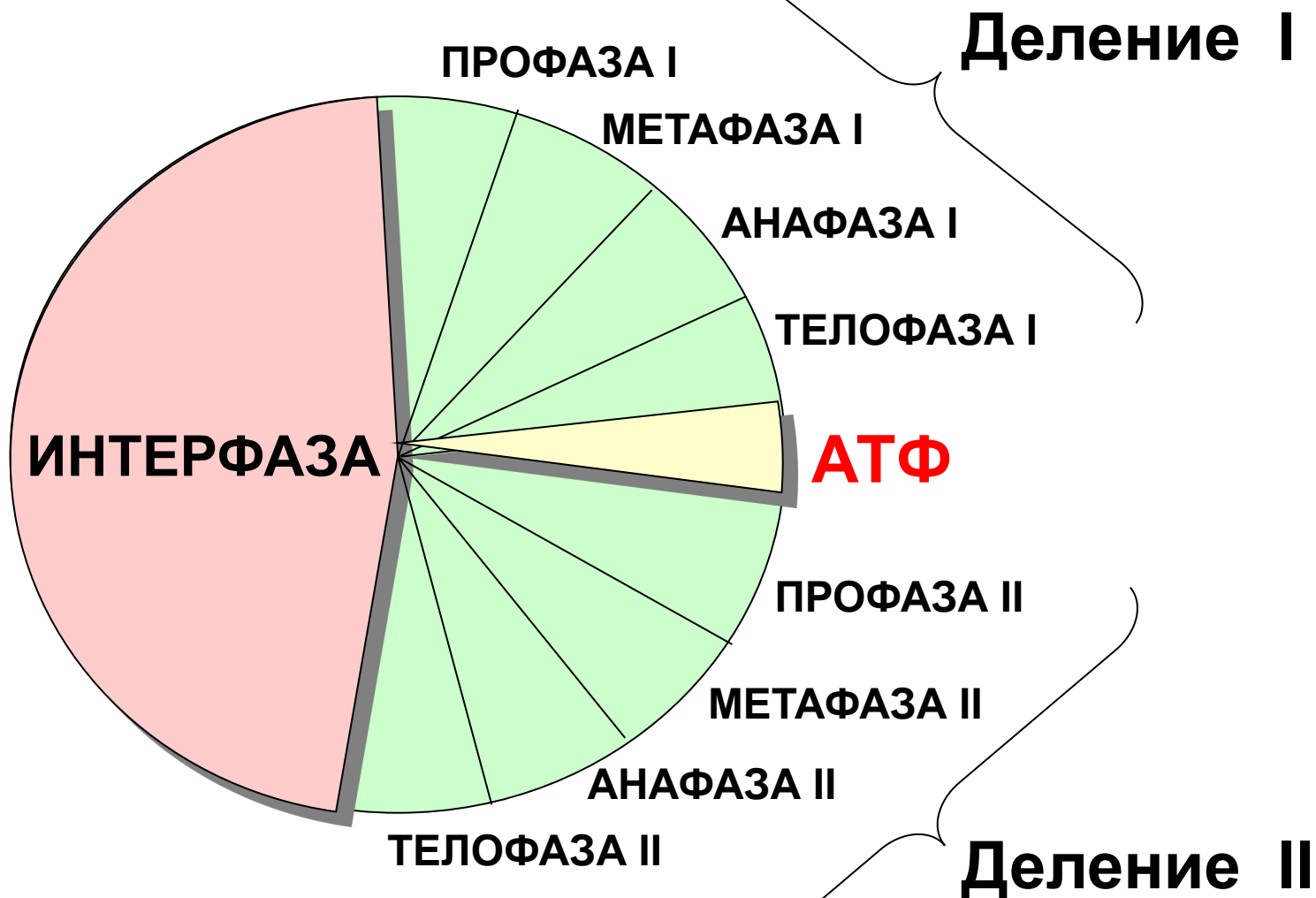
процесс деления клетки, при котором число хромосом в клетке уменьшается вдвое. В результате такого деления образуются гаплоидные (n) половые клетки (гаметы) и споры.

□ В ходе оплодотворения (слияния гамет) организм нового поколения получит опять диплоидный набор хромосом, то есть кариотип организмов данного вида в ряду поколений остается постоянным: ♂ n гамета X ♀ n гамета \rightarrow $2n$ зигота



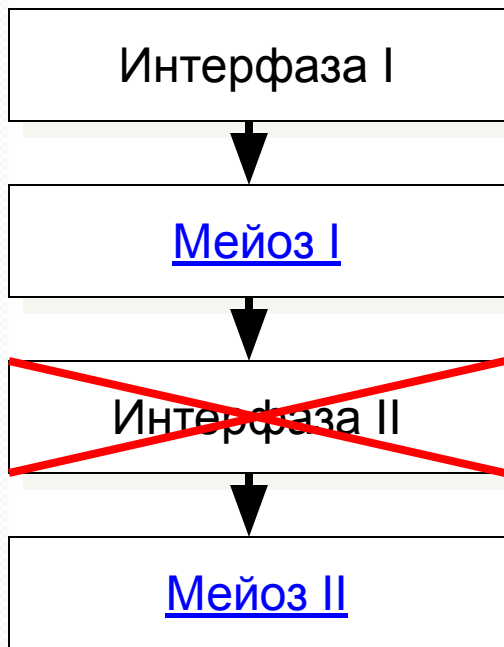
Впервые был описан В. Флеммингом в 1882 году у животных и Э. Страсбургером в 1888 году у растений.

Особенности мейоза



Механизм мейоза

- Включает два последовательных деления клетки, следующих друг за другом



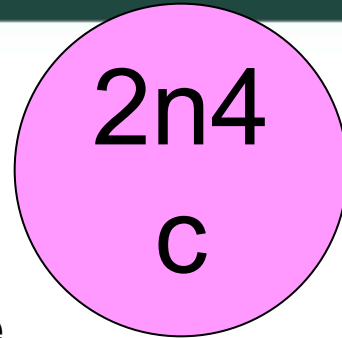
Накапливаются энергия и вещества необходимые для обоих делений мейоза

Редукционное деление

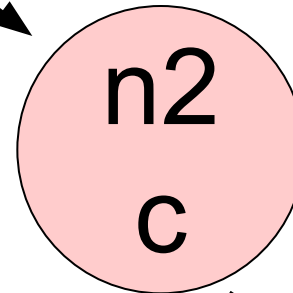
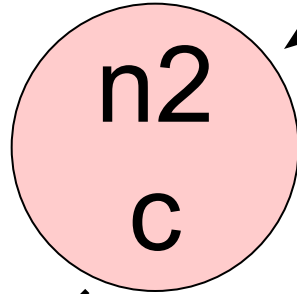
Практически отсутствует; не происходит репликация ДНК

Происходит по принципу митоза, но при гаплоидном наборе хромосом

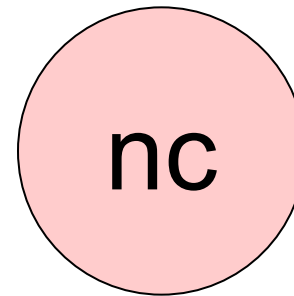
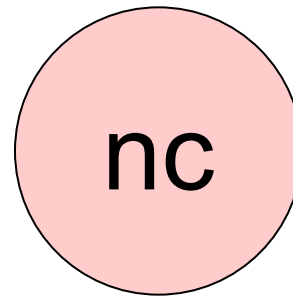
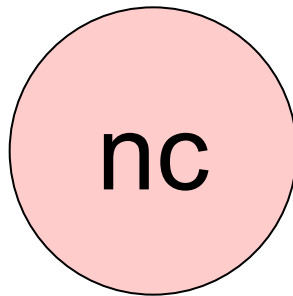
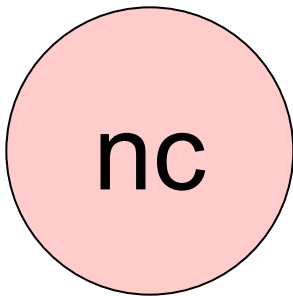
Мейоз – редукционное деление клетки



I деление



II деление



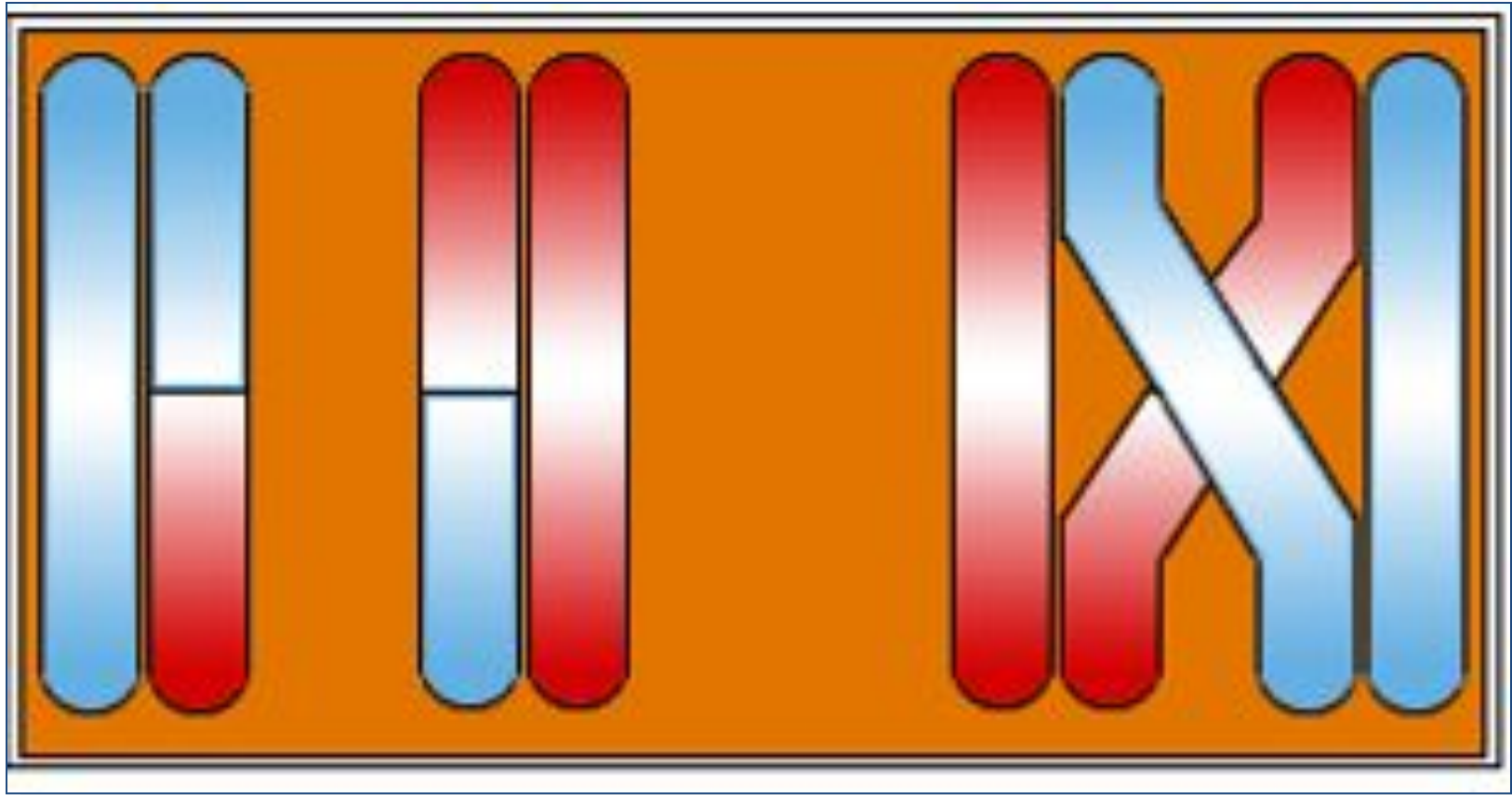
Профаза I

- Растворение ядерной оболочки и ядрышка
- Спирализация хромосом
- Расхождение центриолей к полюсам клетки
- Образование нитей веретена деления
- Конъюгация (лат. conjugatio – соединение) – сближение гомологичных хромосом, образование хромосомных пар - бивалент
- Кроссинговер ((англ. crossing-over – перекрест) – обмен участками между гомологичными хромосомами



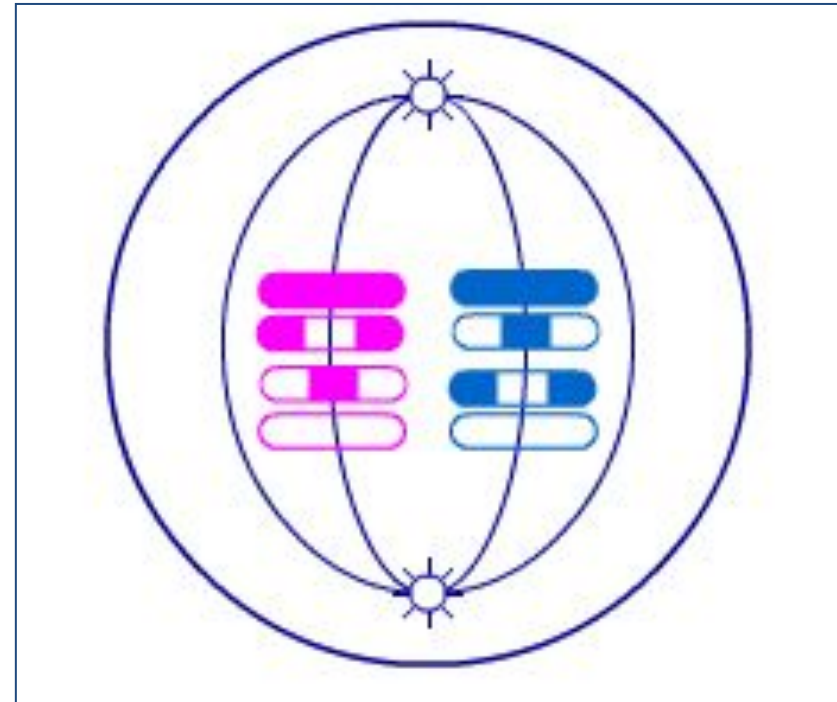
2n 4c

Схема кроссинговера



Метафаза I

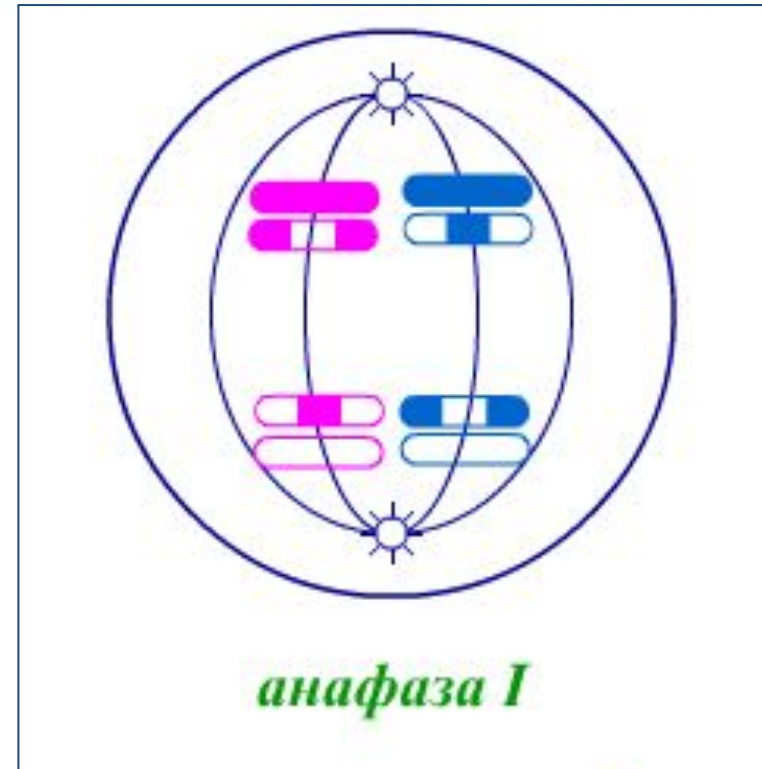
- Расположение пар гомологичных хромосом (бивалент) по экватору клетки
- К каждой хромосоме присоединяется нить веретена деления только от одного полюса
- Материнские и отцовские по происхождению хромосомы ориентированы к полюсам произвольно



$2n$ $4c$

Анафаза I

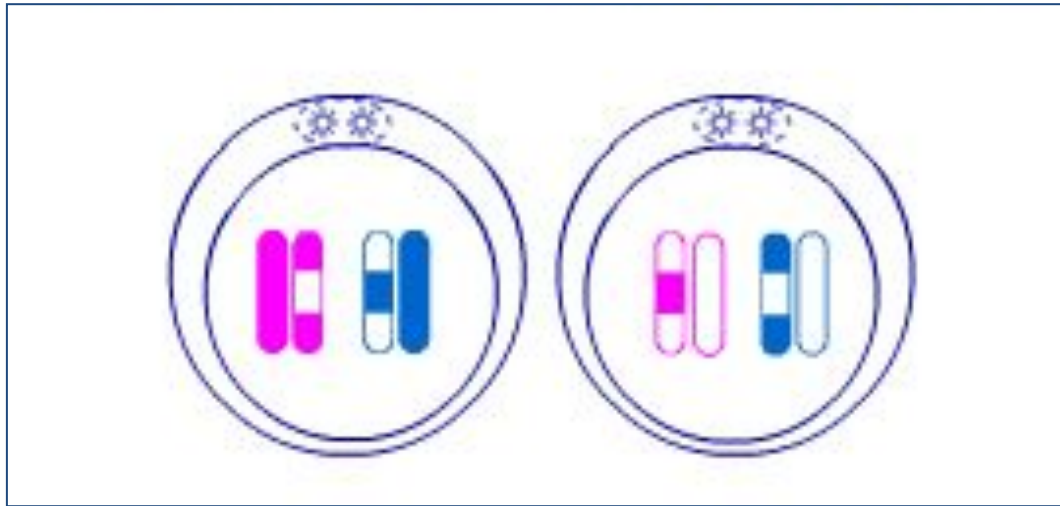
- Биваленты распадаются на две хромосомы
- Целые хромосомы конкретной пары расходятся к разным полюсам
- Каждая хромосома состоит из двух хроматид



2n4c

Телофаза I

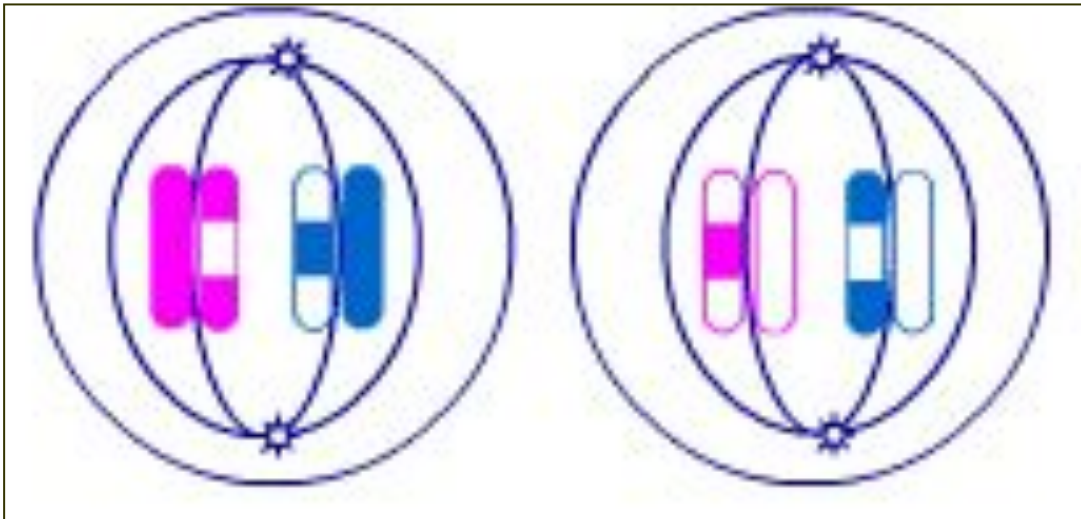
- Образование двух дочерних клеток, имеющих гаплоидный набор хромосом
- Каждая хромосома состоит из двух хроматид



n 2c

Профаза II

- Сильно укорочена
- Кроссинговер не происходит
- Проходит по принципу митоза, но при гаплоидном наборе хромосом:
 - ✓ Растворение ядерной оболочки и ядрышка
 - ✓ Спирализация хромосом
 - ✓ Расхождение центриол к полюсам клетки
 - ✓ Образование нитей веретена деления

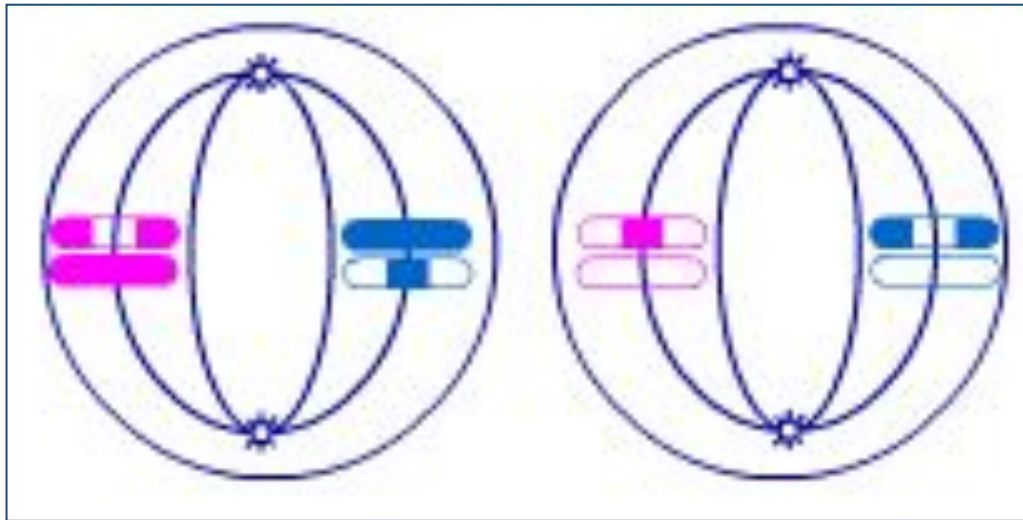


n 2c

Метафаза II

Происходит по принципу митоза, но при гаплоидном наборе хромосом:

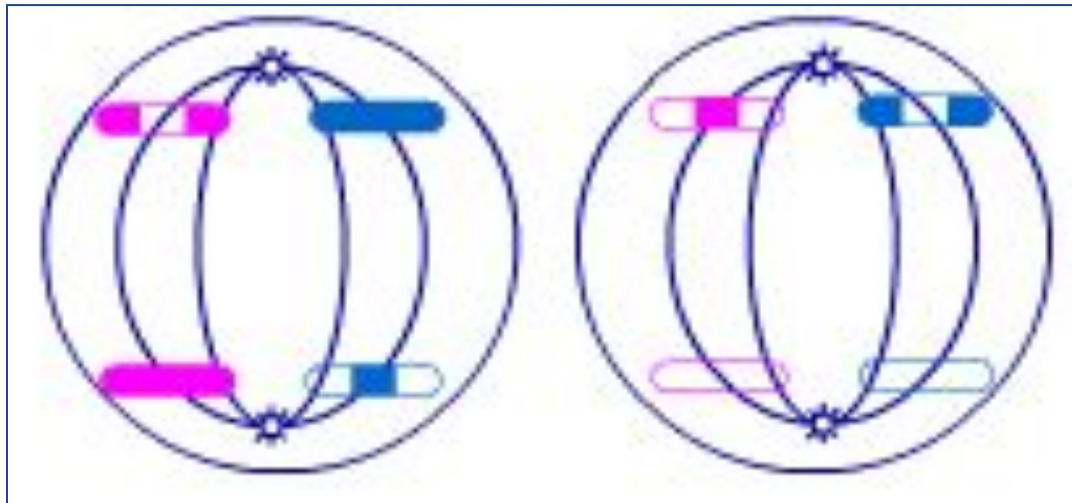
- Хромосомы, состоящие из 2 хроматид располагаются по экватору клетки
- Нити веретена присоединяются к центромерам (по одной с разных сторон)



n 2c

Анафаза II

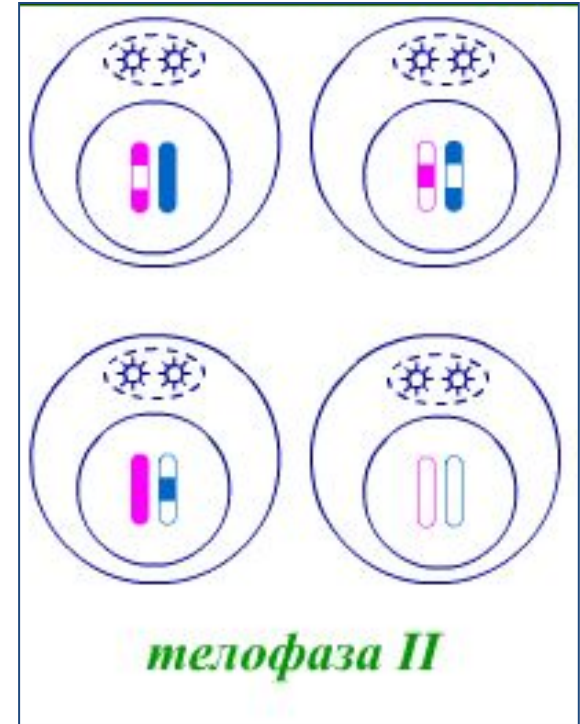
- Происходит по принципу митоза
- К полюсам расходятся дочерние хромосомы, состоящие из одной хроматиды



2n 2c

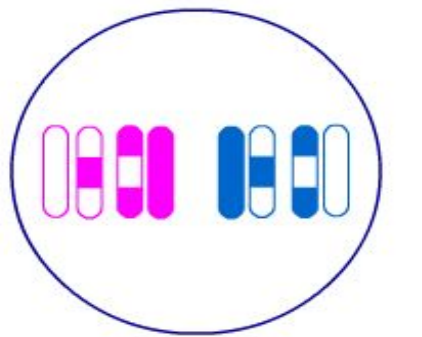
Телофаза II

- Происходит по принципу митоза
- Образуются 4 гаплоидные клетки
- Хромосомы в каждой из клеток однохроматидные



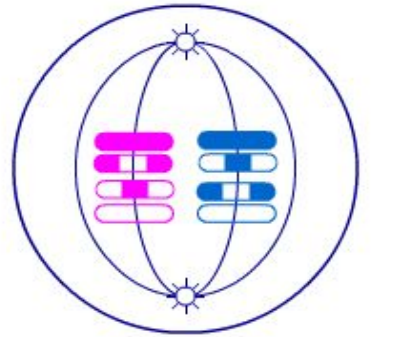
n c

Последовательность фаз мейоза



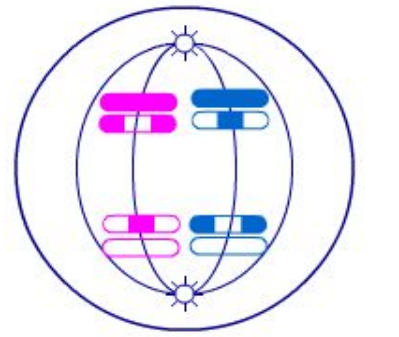
профаза I

2n 4c



метафаза I

2n 4c



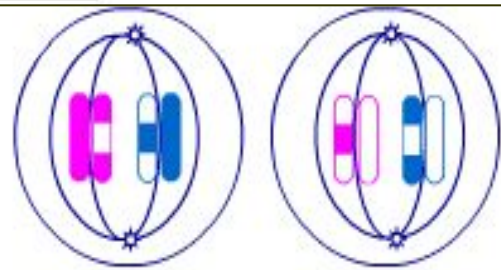
анафаза I

2n 4c



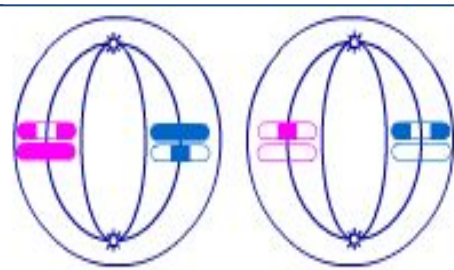
телофаза I

n 2c



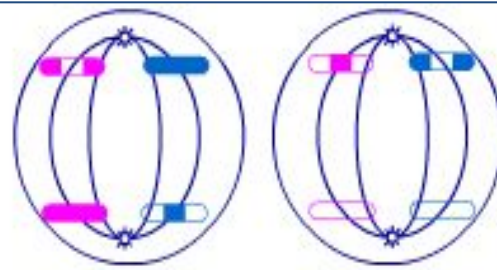
профаза II

n 2c



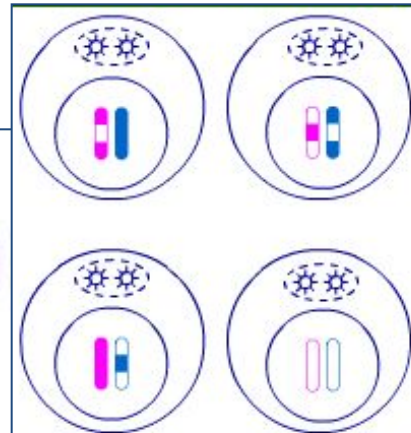
метафаза II

n 2c



анафаза II

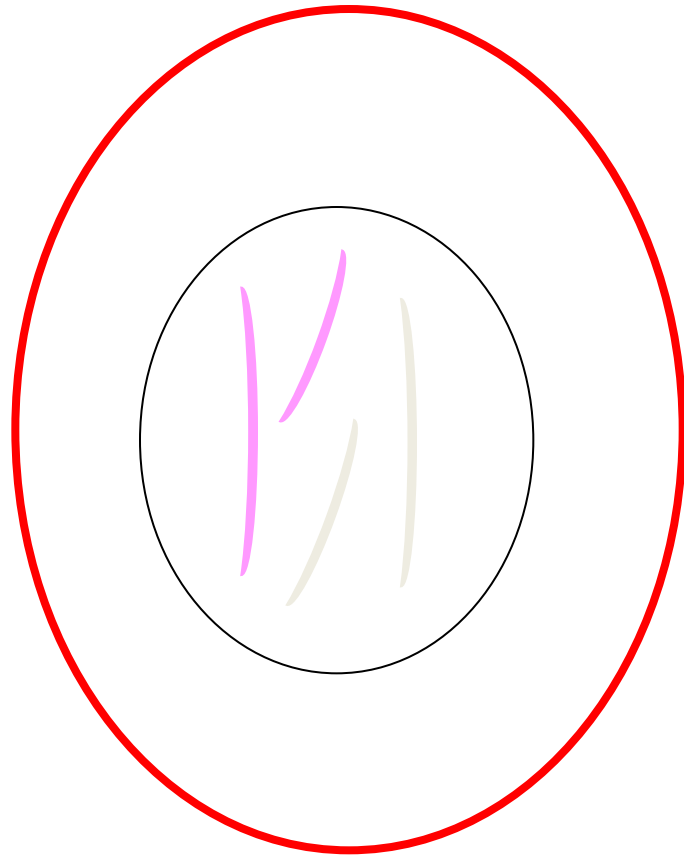
2n 2c



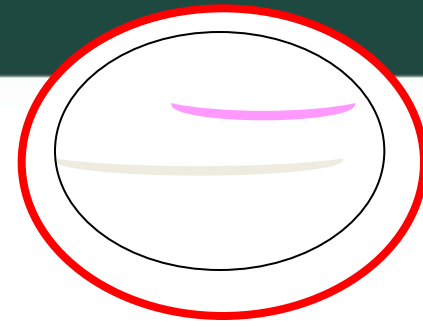
телофаза II

n c

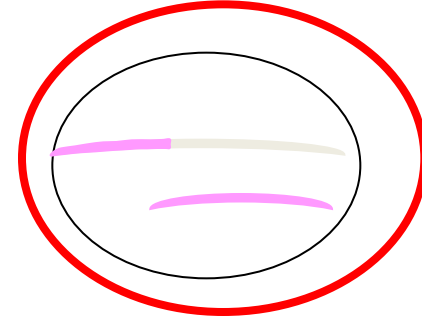
Результат мейоза:



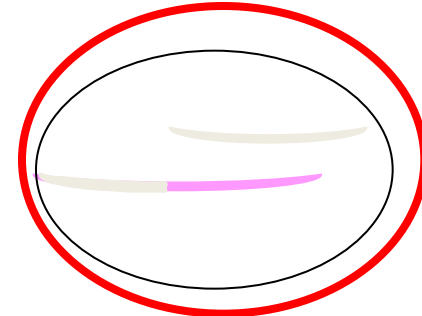
2n 2c



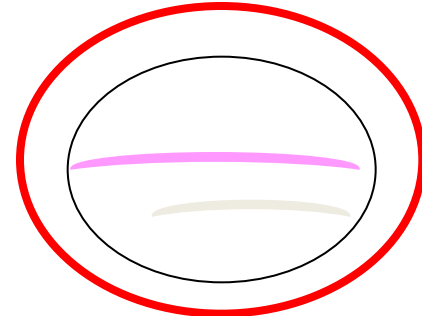
nc



nc



nc

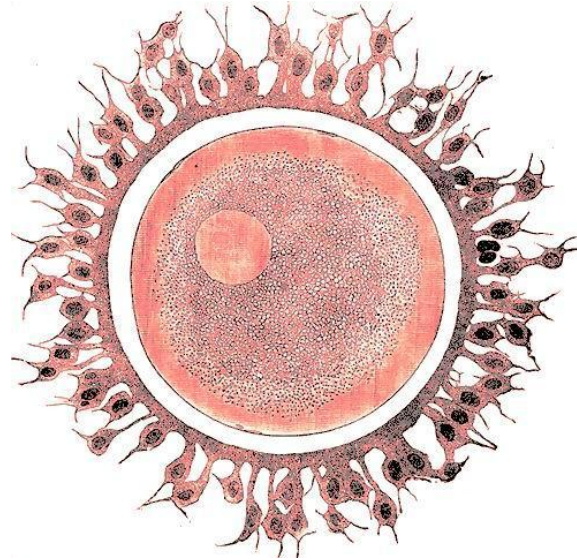
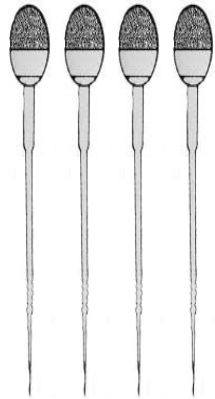


nc

Биологическое значение мейоза

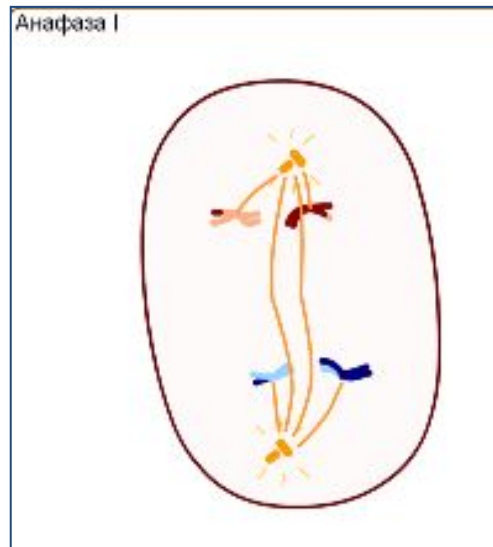
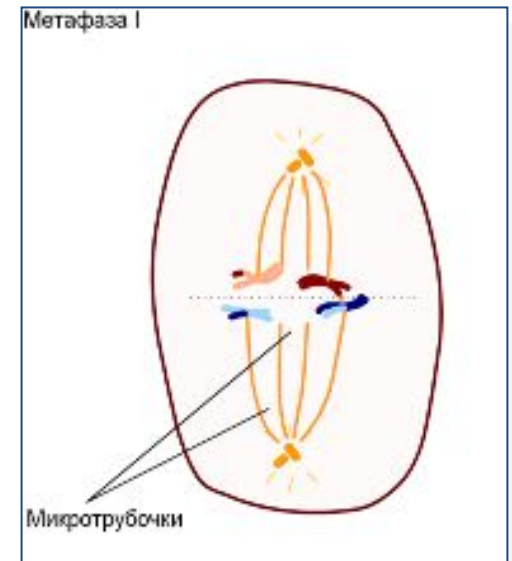
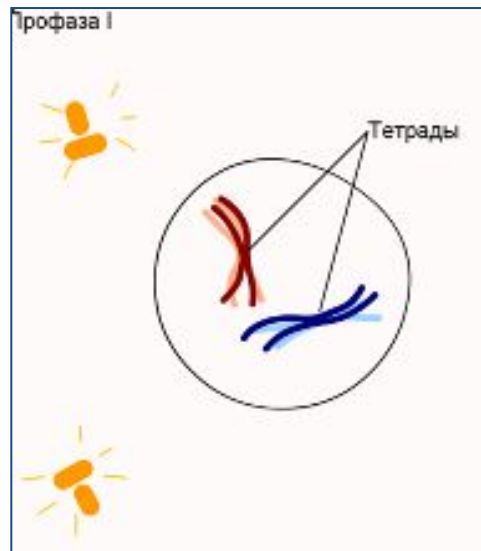
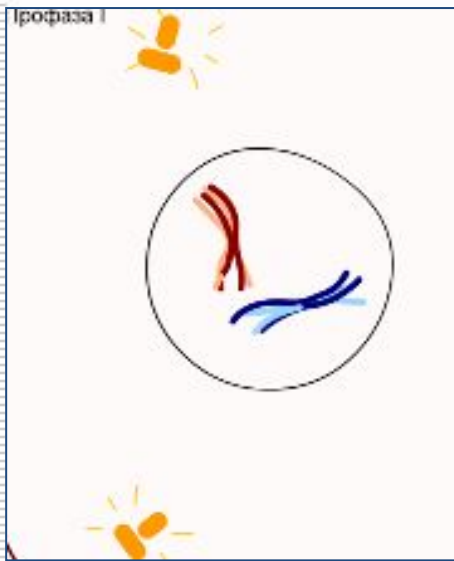
- Поддерживает определенное и постоянное число хромосом во всех поколениях каждого вида живых организмов
- Обеспечивает многообразие генетического состава гамет в результате кроссинговера и произвольного расхождения различных по происхождению хромосом в анафазе I
- Появляется разнообразное и разнокачественное потомство, что имеет большое значение для эволюции

Результат мейоза



Благодаря мейозу из каждого гонадоцита половых желёз с двойным, – *диплоидным* набором хромосом, образуется 4 клетки с одинарным, – *гаплоидным* набором; генетическая рекомбинация гомологичных хромосом создаёт новые, ранее не существовавшие комбинации генов и повышает выживаемость организмов в процессе эволюции.

Найдите ошибку, допущенную художником



Митоз

Мейоз

1. Происходит в **соматических** клетках

2. Лежит в основе **бесполого** размножения

3. **Одно** деление

4. Удвоение молекул ДНК происходят в **интерфазе** перед делением

5. **Нет** конъюгации

6. В метафазе удвоенные хромосомы выстраиваются по экватору **отдельно**

7. Образуются **две диплоидные клетки** (*соматические* клетки)

1. Происходит в **созревающих половых** клетках

2. Лежит в основе **полового** размножения

3. **Два** последовательных деления

4. Удвоение молекул ДНК происходит только перед **первым** делением, перед вторым делением **интерфазы нет**

5. **Есть** конъюгация

6. В метафазе удвоенные хромосомы выстраиваются по экватору **парами** (*бивалентами*)

7. Образуются **четыре гаплоидные клетки** (*половые* клетки)

Амитоз – прямое деление клеток

□ Амитоз, или прямое деление, - *это деление ядра путем перетяжки* без образования веретена деления.

Наследственный материал – ДНК, распределяется произвольно.

Такое деление встречается у одноклеточных организмов, например, полиплоидные большие ядра инфузорий. Амитоз можно наблюдать в тканях растущего клубня картофеля, эндосперме, стенках завязи пестика, клетках печени, хрящевой ткани, роговицы глаза.

□ Очень часто при амитозе наблюдается только деление ядра, в этом случае могут возникнуть *многоядерные клетки*.

Сравнение митоза и амитоза

Схема митоза



При амитозе ядро делится простой перетяжкой без образования веретена деления. Новые ядра могут оказаться разными по числу хромосом, нередко цитокинез отсутствует, что приводит к многоядерности клеток.

Схема амитоза



Партеногенез

Партеногенез – половое размножение, при котором развитие нового организма происходит из неоплодотворенной яйцеклетки.

Партеногенез

Факультативный

Как без оплодотворения, так и после него: пчелы, муравьи, коловратки

♂ + ♀ = самки

♀ → самцы

Возник как способ регуляции соотношения полов

Циклический

У дафний, тлей

♀ → ♀ - летом

♂ + ♀ - осенью

Возник как способ выживания из-за большой гибели особей

Обязательный (облигатный)

Все особи – самки (Кавказская скалистая ящерица)

Возник как способ выживания вида из-за трудностей встречи особей друг с другом

У растений (крестоцветные, сложноцветные, розоцветные и др.) партеногенез называется *апомиксис*.

Контрольно – обобщающий тест

- **1. В какой период клеточного цикла удваивается количество ДНК?** А) метафазу, б) профазу, в) синтетический период, г) пресинтетический период.
- **2. В какой период митоза хромосомы выстраиваются по экватору?** А) в профазу, б) в метафазу, в) в анафазу, г) в телофазу.
- **3. Какое из событий отсутствует в митозе по сравнению с мейозом?** А) удвоение ДНК, б) конъюгация и кроссинговер хромосом, в) расхождение хромосом к полюсам.
- **4. Какой набор хромосом получается при митотическом делении?** А) гаплоидный, б) диплоидный, в) триплоидный.
- **5. Чем завершается процесс оплодотворения?** А) сближением сперматозоида с яйцеклеткой, б) проникновением сперматозоида в яйцеклетку, в) слиянием ядер и образованием зиготы.

Контрольно – обобщающий тест

- **6. Сколько хроматид в хромосоме к концу митоза?**
А)1, б)2, в)3, г)4.
- **7. Что происходит в постсинтетическую стадию интерфазы?** А)рост клетки и синтез органических веществ, б)удвоение ДНК, в)накопление АТФ.
- **8. Какое деление лежит в основе полового размножения?** А) митоз, б) амитоз, в) мейоз, г) шизогония.
- **9. Что образуется в результате овогенеза?**
А) сперматозоид, б) яйцеклетка, в) зигота, г) клетки тела.
- **10. Какой набор хромосом будет в клетке после мейотического деления, если в материнской было 12 ?**

Эталон ответов на тест

**1.в; 2.б; 3.б; 4.б; 5.
в; 6.а; 7.в; 8.в; 9.б;
10. 6 хромосом.**